

ANALISIS BIAYA PADA PEMBANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT DI KABUPATEN TULUNGAGUNG DARI STRUKTUR BALOK YANG DILAKSANAKAN TERHADAP YANG DIPERSYARATKAN

Agung Nira Wijoyo¹, Saifoe El Unas², R. Martin Simatupang²
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang
JL. MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia
email: agungnirawijoyo@gmail.com

ABSTRAK

Pada pelaksanaan suatu bangunan terdapat kemungkinan terjadi perbedaan antara spesifikasi yang ada di lapangan dengan spesifikasi yang dipersyaratkan, maka diperlukan pengujian terhadap mutu bangunan yang telah dikerjakan untuk mendapatkan kekuatan bangunan eksisting. Perbedaan spesifikasi tersebut dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh perbedaan kekuatan dan pengaruh terhadap selisih biaya bangunan yang terjadi antara spesifikasi yang dipersyaratkan dengan spesifikasi yang telah dicapai.

Pengamatan dalam penelitian ini dilakukan pada struktur balok. Pengujian dilaksanakan dengan metode *non destructive test* (NDT). Dari hasil pengujian diketahui bahwa mutu beton eksisting berbeda dengan mutu beton pada perencanaannya.

Biaya untuk membuat struktur balok pada rencananya membutuhkan biaya sebesar Rp 207.743.690, sedangkan untuk membuat struktur balok eksisting membutuhkan biaya sebesar Rp 189.659.196,03. selisin biaya pembuatan struktur balok eksisting dengan struktur balok yang rencanakan didapatkan sebesar Rp 18.084.494. perbedaan biaya tersebut diakibatkan oleh adanya perbedaan mutu beton, volume pekerjaan dari struktur balok, reduksi nilai harga satuan pada pekerjaan beton dan penulangan akibat penurunan kekuatan struktur balok dan perbedaan nilai koefisien pada perhitungan harga satuan yang tidak sesuai dengan SNI.

Kata Kunci : Balok, Hammer Test, Ultrasonic Pulse Velocity Test, Profometer, penurunan kekuatan, selisih biaya

PENDAHULUAN

Efisiensi biaya yang optimal pada pembangunan proyek sangat diperlukan namun tetap sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan baik dari desain maupun kekuatannya. Efisiensi yang salah yaitu efisiensi yang dilakukan terlalu berlebihan sehingga menyebabkan penyimpangan dari perencanaan dan berakibat dengan berkurangnya kemampuan bangunan dalam menahan beban.

Dengan kemungkinan terdapat adanya perbedaan antara spesifikasi yang ada di lapangan dengan spesifikasi yang dipersyaratkan, maka diperlukan pengujian terhadap mutu bangunan yang telah

dikerjakan untuk mendapatkan kekuatan bangunan eksisting.

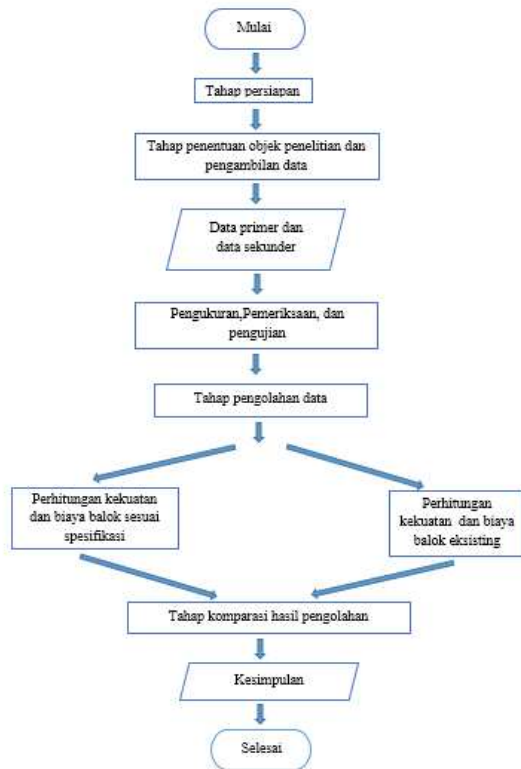
Perbedaan spesifikasi tersebut dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh perbedaan kekuatan dan pengaruh terhadap selisih biaya bangunan yang terjadi antara spesifikasi yang dipersyaratkan dengan spesifikasi yang telah dicapai.

METODOLOGI PENELITIAN

Subjek dari penelitian ini adalah menganalisa kondisi struktur balok pada bangunan eksisting. Pertama dilakukan analisa gambar rencana dari bangunan, lalu dilakukan penelitian berikutnya dari data hasil penelitian struktur eksisting dengan

menganalisa kekuatannya serta kondisi struktur eksistingnya.

Garis besar langkah-langkah yang digunakan untuk penyusunan laporan dapat dilihat di bagan alir kerja (*flow chart*) pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1 *Flowchart* pelaksanaan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN NON DESTRUCTIVE TEST (NDT)

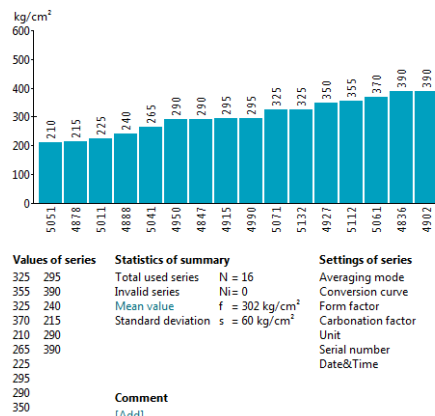
Setelah dilaksanakan pengujian dengan menggunakan alat-alat *Non Destructive Test* (NDT) maka dilakukan pengolahan terhadap hasil dari pengujian.

A. HAMMER TEST

Hasil dari pengujian *Hammer Test* ini digunakan untuk mendapatkan mutu beton karakteristik. Terdapat 16 data dari pengujian ini. Kekurangan empat data didapatkan dengan menggunakan cara perhitungan mean. Didapatkan nilai mean sebesar 301,875 kg/cm².

Summary of Series

Diagram of series [ordered by value]



Gambar 2 Hasil Pembacaan *Hammer Test*

Perhitungan perkiraan nilai mutu beton karakteristik dengan menggunakan rumus dari PBI'71 didapatkan sebesar 214,57 kg/cm².

B. ULTRASONIC PULSE VELOCITY TEST (UPV)

Pada 18 titik uji yang dilakukan *Ultrasonic Pulse Velocity Test* didapatkan nilai kecepatan rambat gelombang, waktu dan suhu perkiraan beton pada masing-masing titik uji adalah sebagai berikut:

ID	Name	Date & Time	Measu. Velocity	Time 1	Time 2	Distance	Catch Depth	Cor.	Tem.	Comp.	Conver.	Rea.
2887		05/09/2015 11:27 AM	Surface 3533 m/s	58.6 μs	118.0 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	32.5	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2888		05/09/2015 11:47 AM	Surface 3580 m/s	55.3 μs	42.0 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	31.5	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2889		05/09/2015 11:50 AM	Surface 3636 m/s	56.6 μs	64.1 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	31.5	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2890		05/09/2015 11:54 AM	Surface 3640 m/s	56.7 μs	69.6 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	31.2	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2891		05/09/2015 12:01 PM	Surface 3666 m/s	56.0 μs	63.3 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	31.2	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2892		05/09/2015 12:03 PM	Surface 4087 m/s	59.9 μs	73.2 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	31.2	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2893		05/09/2015 12:07 PM	Surface 3717 m/s	56.1 μs	62.9 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	32.0	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2894		05/09/2015 12:09 PM	Surface 3723 m/s	62.8 μs	88.9 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	32.0	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2895		05/09/2015 12:10 PM	Surface 3664 m/s	56.6 μs	106.7 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	32.2	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2896		05/09/2015 12:12 PM	Surface 3442 m/s	56.0 μs	56.3 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	32.2	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2897		05/09/2015 12:16 PM	Surface 3819 m/s	56.0 μs	64.9 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	32.2	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2898		05/09/2015 12:19 PM	Surface 3237 m/s	55.1 μs	95.9 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	30.0	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2899		05/09/2015 12:07 PM	Surface 3676 m/s	55.5 μs	62.7 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	30.0	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2900		05/10/2015 9:49 AM	Surface 4432 m/s	53.8 μs	68.3 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	28.5	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2901		05/10/2015 9:50 AM	Surface 2857 m/s	63.4 μs	77.4 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	28.7	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2902		05/10/2015 10:05 AM	Surface 1153 m/s	65.0 μs	128.6 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	29.2	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2903		05/10/2015 10:06 AM	Surface 3385 m/s	58.3 μs	65.7 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	29.2	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0
2904		05/10/2015 10:11 AM	Surface 3295 m/s	58.5 μs	68.9 μs	0.100 m	0.000 m	1.00	29.2	0.0 MPa	SR-Gaug	0.0

Gambar 3 Hasil *Ultrasonic Pulse Velocity Test*

Dari data diatas dilakukan pengolahan dan pemberian faktor koreksi terhadap suhu dan tulangan sejajar penampang. kualitas beton eksisting yang didapatkan dari pengujian ini dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Kualitas Beton Eksisting

No	Balok	V Terkoreksi (m/s)	Kualitas Beton
1	B-1	3065,753	Menengah
2	B-2	2898,4	Meragukan
3	B-3	3253,939	Menengah
4	Balok Ring	3193,887	Menengah
5	Balok Dack	2895,667	Meragukan

C. PROFOMETER

Pada pengujian dengan menggunakan *Profometer* didapatkan hasil perkiraan tulangan beserta jaraknya pada masing-masing titik pengujian. Keterangan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Data *Profometer*

no	Nama Balok	Jumlah Tulangan eksisting		Jumlah Tulangan rencana		selimut beton terbaca(mm)
		Memanjang	melebar	Memanjang	melebar	
1	B-1.1 Tumpuan	5	-	5	4	57
2	B-1.1 Lapangan	5	-	5	4	46
3	B-1.2 Tumpuan	5	-	5	4	58
4	B-1.2 Lapangan	5	-	5	4	50
5	B-2.1 Tumpuan	5	-	5	4	36
6	B-2.1 Lapangan	5	-	5	4	34
7	B-2.2 Tumpuan	5	-	5	4	32
8	B-2.2 Lapangan	5	-	5	4	36
9	B-2.3 Tumpuan	5	-	5	4	45
10	B-2.3 Lapangan	5	-	5	4	52
11	B-3.1 Tumpuan	4	-	4	3	31
12	B-3.1 Lapangan	4	-	4	3	42
13	B-3.2 Tumpuan	4	-	4	3	42
14	B-3.2 Lapangan	4	-	4	3	45
15	BD-1.1	-	2	2	2	25
16	BD-1.2	-	2	2	2	23
17	BR-1.1	2	-	2	2	26
18	BR-1.2	2	-	2	2	20
19	BR-1.3	2	-	2	2	20

Dari hasil penelitian diatas diketahui tidak terdapat perbedaan dari jumlah tulangan, jarak antar tulangannya dan diameter tulangan yang digunakan pada semua jenis balok.

PERHITUNGAN KEKUATAN STRUKTUR

Dari hasil perhitungan struktur didapatkan nilai dari kekuatan balok dalam menahan momen dan gaya lintang. Perbandingan kekuatan balok untuk

menahan momen akan dijelaskan pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Penurunan kuat balok dalam menahan momen

No	Balok	Mu (kgm)		reduksi (%)
		Rencana	Eksisting	
1	B-1	10499,3437	10472,1	0,2595
2	B-2	8166,4886	8147,4565	0,2331
3	B-3	3648,7970	2710,823	25,706
4	B-4	700,4867	689,30638	1,5961

Sedangkan perbandingan kekuatan balok untuk menahan gaya lintang akan dijelaskan pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Penurunan kuat balok dalam menahan gaya lintang

No	Balok	Vu Tumpuan (kg)		reduksi (%)	Vu Lapangan (kg)		reduksi (%)
		Rencana	Eksisting		Rencana	Eksisting	
1	B-1	10871,7426	10209,788	6,0888	8272,543	7610,588	8,0018
2	B-2	7687,16376	7269,0874	5,4386	5635,164	5217,087	7,4191
3	B-3	4980,34007	4750,3981	4,617	3475,54	3245,598	6,616
4	B-4	1960,88585	1843,8245	5,9698	1960,886	1843,824	5,9698

Dari hasil perbandingan diatas, diketahui penurunan terbesar dari masing-masing balok adalah:

- Balok B-1 $(25/50) = 8,0018\%$
- Balok B-2 $(20/40) = 7,419 \%$
- Balok B-3 $(15/30) = 25,706\%$
- Balok B-4 $(12/20) = 5,969 \%$

PERHITUNGAN VOLUME

Pada awal analisa biaya dilakukan perhitungan ulang terhadap volume pekerjaan struktur balok eksisting. Perhitungan volume pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 5. Perhitungan Volume Struktur Balok

Nama	Luas (m²)	Panjang (m)	jumlah	volume kotor (m³)	volume kolom (m³)	volume (m³)
1	2	3	4	5	6	5-6
B-1 (25x50)	0,125	6	16	12		
		4	1	0,5		
		3	10	3,75		
		Jumlah		16,25		
B-2 (20 x 40)	0,08	6	2	0,96	2,044875	14,20513
		5	1	0,4		
		4	13	4,16		
		3,75	16	4,8		
		3,5	4	1,12		
		3	14	3,36		
		2	2	0,32		
		1	1	0,08		
		Jumlah		15,2		
B-3 (15 x 30)	0,045	3	10	1,35	1,7036	13,4964
B-4 (12 x 20)	0,024	2	12	0,576	0,183375	1,166625
		1,5	4	0,144		
		1	2	0,048		
		Jumlah		0,768		
					0,09672	0,67128
Total					29,53943	

Didapatkan volume dari struktur balok yaitu sebesar 29,539 m³ yang berbeda dengan perhitungan volume dari perencanaan yaitu sebesar 25,85 m³. Selisih sebesar 3,689 m³ ini kemungkinan terjadi akibat kesalahan perhitungan pada perencanaan.

PERHITUNGAN HARGA SATUAN

Analisa biaya pada keadaan eksisting dilakukan dengan menghitung ulang pekerjaan pembuatan satu m³ beton yang awalnya direncanakan dengan mutu K-275 menjadi K-250.

Tabel 6. Perhitungan harga satuan eksisting

No.	Uraian Kegiatan	Koefisien	Sat	Harga		Jumlah Harga	
				Volume	Satuan (Rp)	Upah (Rp)	Bahan (Rp)
1	2	3	4	5 = 3 x 4	6 = 3 x 4	7 = 5 + 6	
1	1 M ³ MEMBUAT BETON (K-250) TENAGA : Tukang batu Kepala tukang Pekerja / Buruh tak terlatih Mandor BAHAN : Semen portland Pasir beton batu pecah 2-3 cm	0,275 0,028 1,65 0,083 384 0,494286 0,76963	Oh Oh Oh Oh kg m ³ m ³	52.325,00 56.875,00 40.950,00 61.880,00 1.319,50 109.200,00 209.300,00	14.389,3 1.592,5 67.567,5 5.136,04 506.688 53.976 161.083,5		
				88.685,42	721.747,5	810.432,9	

Dibutuhkan Rp. 1.065.383 dari perhitungan rencana untuk harga satuan pembuatan satu m³ beton K-275, sedangkan dari perhitungan eksisting didapatkan nilai pembuatan satu m³ beton K-250 sebesar Rp. 810.432,9.

PERHITUNGAN RAB

Perhitungan anggaran biaya dengan menggunakan volume balok sebesar 29,539 m³. Untuk harga satuan pekerjaan beton dan pembesian diberikan faktor reduksi yang diambil dari penurunan kekuatan balok tersebut.

Selisih biaya yang terjadi diakibatkan oleh adanya perbedaan mutu beton, volume pekerjaan, volume bahan, reduksi pada harga satuan pekerjaan beton dan penulangan akibat penurunan kekuatan struktur dan adanya perbedaan nilai koefisien pada perhitungan harga satuan yang tidak sesuai dengan SNI.

Anggaran biaya untuk balok eksisting akan dijelaskan pada tabel berikut ini:

Tabel 7. Perhitungan RAB Eksisting

No	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT.	HARGA SATUAN (Rp)	SISA KEKUATAN STRUKTUR (%)	HARGA SATUAN REDUKSI (Rp)	JUMLAH (Rp)
1	Balok 25/50						
	Beton	14,20513	m ³	810.432,90	91,998	745.583,50	10.591.106,75
	Pembesian dengan besi polos atau ulir	2902,846	kg	11.445,66	91,998	10.529,80	30.566.384,53
	Membuat bekisting	142,0513	m ²	242.374,41		-	34.429.587,91
	Membongkar bekisting dan menyiram beton	14,20513	m ³	163.800,00		-	2.326.799,48
2	Balok 20/40						
	Beton	13,4964	m ³	810.432,90	92,581	750.306,37	10.126.434,95
	Pembesian dengan besi polos atau ulir	4197,043	kg	11.445,66	92,581	10.596,50	44.473.968,91
	Membuat bekisting	168,705	m ²	242.374,41		-	40.889.774,84
	Membongkar bekisting dan menyiram beton	13,4964	m ³	163.800,00		-	2.210.710,32
3	Balok 15/30						
	Beton	1,166625	m ³	810.432,90	74,294	602.099,84	702.424,73
	Pembesian dengan besi polos atau ulir	266,8097	Kg	11.445,66	74,294	8.503,39	2.268.788,49
	Membuat bekisting	19,44375	m ²	242.374,41		-	4.712.667,43
	Membongkar bekisting dan menyiram beton	1,166625	m ³	163.800,00		-	191.093,18
4	Balok 12/20						
	Beton	0,67128	m ³	810.432,90	94,03	762.051,51	511.549,94
	Pembesian dengan besi polos atau ulir	187,9472	Kg	11.445,66	94,03	10.762,38	2.022.758,56
	Membuat bekisting	14,5444	m ²	242.374,41		-	3.525.190,37
	Membongkar bekisting dan menyiram beton	0,67128	m ³	163.800,00		-	109.955,66
Jumlah							189.659.196,03

Biaya yang dibutuhkan pada perencanaan membutuhkan Rp 207.743.690, sedangkan biaya pada keadaan eksisting membutuhkan sebesar Rp 189.659.196,03. Selisih biaya perencanaan dengan eksisting yaitu Rp 18.084.494.

KESIMPULAN

1. Mutu beton yang digunakan dalam perencanaan yaitu K-275 (275 kg/cm²) dan menggunakan besi polos dengan mutu baja sebesar 240 Mpa.
2. Pada balok B-1 (25/50) dan balok B-2 (20/40) digunakan tulangan lentur dengan diameter 16, sedangkan pada balok B-3 (15/30) dan balok B-4 (12/20) digunakan tulangan lentur dengan diameter 12. Untuk tulangan geser pada semua balok digunakan diameter 6.

pada penelitian didapatkan penurunan kualitas mutu beton menjadi 214,39 kg/cm². Untuk diameter dan jumlah tulangan yang digunakan pada penulangan lentur pada struktur balok

tidak terdapat perbedaan dari perencanaan, begitu juga dengan jarak antar tulangan dan diameter yang digunakan pada penulangan geser juga tidak memiliki perbedaan. Kualitas beton yang didapatkan dari pengujian Ultrasonic Pulse Velocity Test didapatkan bahwa balok B-1 (25/50) dan B-3 (15/30) mempunyai kualitas menengah dan pada B-2 (20/40) mempunyai kualitas meragukan, sedangkan pada balok B-4 (12/20) kualitas eksistingnya tidak diketahui karena kendala terbatasnya jangkauan pada pelaksanaan penelitian.

3. Akibat dari penurunan kualitas tersebut, maka kekuatan struktur balok dalam menahan beban mengalami penurunan.
 - a. Penurunan pada balok B-1 (25/50) yaitu sebesar 8,0018%
 - b. Penurunan pada balok B-2 (20/40) yaitu sebesar 7,419%.
 - c. Penurunan pada balok B-3 (15/30) yaitu sebesar 25,706%,
 - d. Penurunan pada balok B-4 (12/20) yaitu sebesar 5,969%

Penurunan pada balok B-1, B-2 dan B-4 berdasarkan oleh penurunan kekuatan pada geser, sedangkan pada balok B-3 penurunan berdasarkan oleh penurunan kekuatan pada lentur.
 4. Selisih biaya yang terjadi antara keadaan rencana dengan eksisting diakibatkan oleh adanya perbedaan mutu beton, volume pekerjaan, volume bahan, reduksi pada harga satuan pekerjaan beton dan penulangan akibat penurunan kekuatan struktur serta adanya perbedaan nilai koefisien pada perhitungan harga satuan yang tidak sesuai dengan SNI.
- Pembuatan struktur balok eksisting dengan meninjau banyak perubahan dari faktor-faktor diatas dibutuhkan biaya sebesar Rp 189.659.196,03,

sedangkan biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan struktur balok sesuai dengan rencana yaitu sebesar Rp 207.743.690. Penurunan biaya yang terjadi dalam pembuatan struktur balok eksisting dengan struktur balok yang rencanakan yaitu sebesar Rp 18.084.494.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinci dkk., 2006, Formalism for Utilization of Sensor Systems and Integrated Project Models for Active Construction Quality Control. Carnegie Mellon University
- BS 1881: Testing Concrete - Part 204: 1988 "Recommendations on the use of Electromagnetic Covermeters", The British Standard International (BSI), UK
- BS 1881-205:1986 Testing Concrete. "Recommendations for Radiography of Concrete", The British Standard International (BSI), UK
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971, Peraturan Beton Indonesia 1971/PBI'71, April 1971.
- Dipohusodo, Istimawan. Struktur Beton Bertulang. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, 1999.
- Husen, A., 2009, Manajemen Proyek, Andi. Yogyakarta
- International Atomic Energy Agency, Vienna. (2002). Guidebook on non-destructive testing of concrete structures. Training Course Series No. 17.
- Kay, T., 1992. Assessment & Renovation of Concrete Structures, Longman Scientific & Technical, Essex.

Kerzner H.: Project Management ó
A†Systems Approach to Planning,
Scheduling and Controlling. Van
Nostrand Reinhold, 1989.
Profometer 5+ Modell S/ Scanlog, 2008,
“Operating Instructions”, Proceq